

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESSENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. März 2004 (25.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/025812 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02K 11/04

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008896

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. August 2003 (11.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 39 512.8 28. August 2002 (28.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): MINEBEA CO., LTD. [JP/JP]; 4106-73 Miyota,
Miyota-machi, Kitasaku-gun, Nagano-ken (JP).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RATHMANN, Robert
[DE/DE]; Korbinianstrasse 4, 83024 Rosenheim (DE).

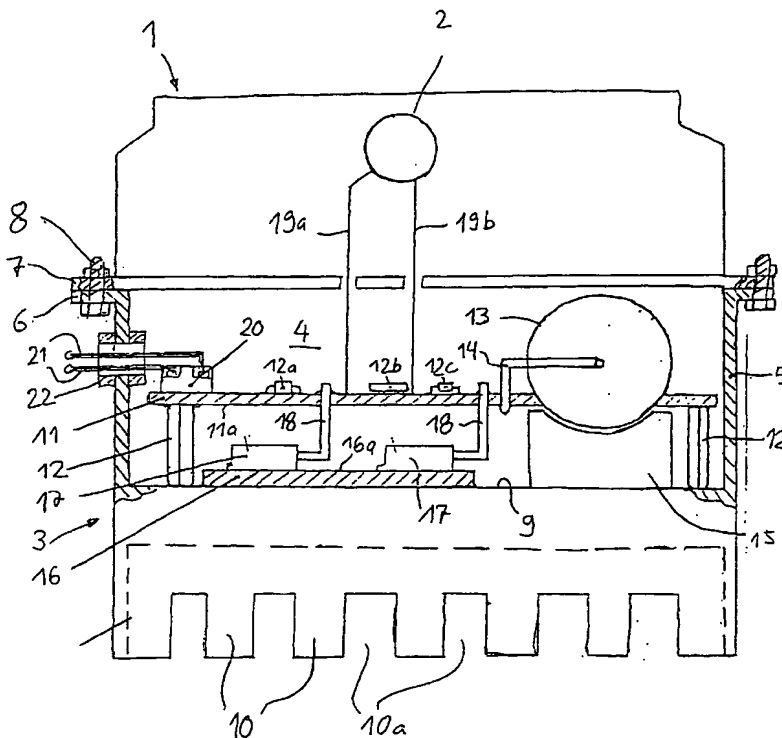
(74) Anwälte: LIESEGANG, Eva usw.; Boehmert &
Boehmert, Pettenkoferstr. 20-22, 80336 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ASSEMBLY FOR ACCOMMODATING THE POWER ELECTRONICS AND CONTROL ELECTRONICS OF AN
ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUR UNTERBRINGUNG DER LEISTUNGS- UND STEUERELEKTRONIK EINES ELEK-
TROMOTORS



(57) Abstract: An assembly for receiving and accommodating the power electronics and control electronics of an electric motor comprises: a first printed circuit board (11) that is fitted with control electronics components (12a, 12b, 12c); a second printed circuit board (16) that is fitted with power electronics components (17); a substrate that is electrically non-conductive but dissipates heat well; a cooling element that is in thermoconductive contact with the substrate of the second printed circuit board, and; a motor housing (1) that is connected to said cooling element. The inventive assembly is provided with a compact and cost-saving overall design that is reliable during the operation of the electric motor by virtue of the fact that the first printed circuit board can be made by using conventional techniques and that the power electronics components (17) mounted on the second printed circuit board can be cooled well by the provision of the second printed circuit board that dissipates the heat to the cooling element.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/025812 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Anordnung zur Aufnahme und Unterbringung der Leistungs- und Steuerelektronik eines Elektromotors umfaßt eine erste Leiterplatte (11), die mit Steuerelektronik-Komponenten (12a, 12b, 12c) bestückt ist, eine zweite Leiterplatte (16), die mit Leistungselektronik-Komponenten (17), bestückt ist und ein elektrisch isolierendes, jedoch die Wärme gut ableitendes Substrat aufweist, ein mit dem Substrat der zweiten Leiterplatte wärmeleitend in Kontakt stehendes Kühlelement und ein mit dem Kühlelement verbundenes Motorgehäuse (1). Da die erste Leiterplatte in herkömmlicher Weise aufgebaut sein kann und für eine gute Kühlung der auf der zweiten Leiterplatte angeordneten Leistungselektronik-Komponenten (17) durch Vorsehen der die Wärme zum Kühlelement ableitenden zweiten Leiterplatte gesorgt ist, wird eine kompakte, kostensparende, im Betrieb des Elektromotors zuverlässige Gesamtkonstruktion erzielt.

Anordnung zur Unterbringung der Leistungs- und Steuerelektronik eines Elektromotors

Die Erfindung betrifft eine Gehäuseanordnung zur Aufnahme der Leistungs- und Steuerelektronik eines Elektromotors, wobei diese Gehäuseanordnung auch den Elektromotor selbst mit einbeziehen kann.

Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der elektronisch kommutierten, bürstenlosen Gleichstrommotoren. Solche Motoren können in unterschiedlichsten Bereichen zur Anwendung kommen, beispielsweise in der Automobiltechnik für Gebläse, Kühlpumpen oder zur Unterstützung des Lenksystems. Andere Bereiche sind z.B. Lüftergebläse in Netzteilen, oder Spindelmotoren in Plattenlaufwerken für Datenverarbeitungsanlagen, um nur einige wenige Beispiele zu nennen.

Ein elektronisch kommutierter, bürstenloser Gleichstrommotor umfaßt grundsätzlich eine Welle, eine Rotorbaugruppe, die einen oder mehrere auf der Welle angeordneten Permanentmagneten aufweist, und eine Statorbaugruppe, die einen Statorkörper und Phasenwicklungen umfaßt. Zwei Lager sind mit axialem Abstand an der Welle angeordnet, um die Rotorbaugruppe und die Statorbaugruppe relativ zueinander zu lagern.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Schaltbild einer Schaltung zur Ansteuerung eines dreiphasigen Gleichstrommotors. Die Ansteuerschaltung umfaßt bei dem gezeigten Beispiel sechs Leistungstransistoren sowie weitere, in der Figur nicht gezeigte Ansteuerelektronik, die den Betrieb des Gleichstrommotors kontrollieren. Im Stand der Technik ist es üblich, die Ansteuerelektronik für den Gleichstrommotor auf einer gedruckten Leiterplatte als eine in sich abgeschlossene Einheit aufzubauen, die an den Motor angesteckt oder auf andere Weise mit dem Motor verbunden wird. Die Verbindung zwischen der Elektronik-Leiterplatte und dem Motor wird über Anschlußdrähte und Leitungen hergestellt, die mit der Leiterplatte durch Löt-, Steck- oder dergleichen verbunden werden. Steck- und Lötverbindungen sowie die Leitungslängen zwischen dem Motor und der Elektronik-Leiterplatten erhöhen den elektrischen Widerstand des Gleichstrommotors und reduzieren dadurch die an den Motorwicklungen zur Verfügung stehende elektrische Spannung.

Die Leistungskomponenten eines Elektromotors, insbesondere eines hochbeanspruchten Elektromotors in rauher Umgebung, z.B. in einem Kraftfahrzeug, erwärmen sich oft auf Tem-

peraturen bis oberhalb 100°C. Um Überhitzung zu vermeiden, ist damit erforderlich, solche Leistungskomponenten zu kühlen, um deren frühzeitigen Ausfall vorzubeugen.

Andererseits besteht die Notwendigkeit, die Leistungskomponenten wie auch die Steuerkomponenten des Elektromotors auf elektrisch isolierenden Leiterplatten unterzubringen und miteinander zu verschalten. Die Substrate herkömmlicher Leiterplatten werden daher gewöhnlich aus einem elektrisch gut isolierenden Kunststoff gefertigt. Ein solcher Kunststoff hat jedoch schlechte Wärmeleitfähigkeit.

Ein Leiterplattenmaterial, das sowohl elektrisch isoliert als auch die Wärme gut ableitet, ist bekannt (Firmendruckschrift „The T-Lam System – T-Guide for performance“, Firma THERMAGON Inc., Ohio/USA, 16.11.1999).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Aufnahme der Leistungs- und Steuerelektronik eines Elektromotors zu schaffen, welche den Anforderungen einerseits einer guten Wärmeabfuhr der in den Leistungskomponenten erzeugten Wärme und andererseits einer guten elektrischen Isolation sowohl der Leistungskomponenten als auch der Steuerkomponenten mit einer einfachen, raumsparenden und kostengünstigen Konstruktion gerecht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Gehäuseanordnung gemäß Anspruch 1 vorgesehen.

Durch die erfindungsgemäße Trennung der Leistungskomponenten von den Steuerkomponenten und Anordnung dieser beiden Komponentengruppen im Abstand voneinander auf zwei gesonderten Leiterplatten unterschiedlicher Konsistenz sowie Zuordnung eines Kühlelementes nur zu der die Leistungskomponenten tragenden Leiterplatte ist die Aufgabe mittels einer überraschend einfachen und billigen Konstruktion gelöst, wobei, aufwendiges Leiterplattenmaterial kostensparend nur für die zweite Leiterplatte und nicht für die erste Leiterplatte eingesetzt ist, welche aus üblichem Leiterplatten-Kunststoff bestehen kann, welcher zwar gut elektrisch isoliert, jedoch Wärme schlecht abführt.

Die Erfindung erreicht einerseits eine gute thermische Anbindung der Leistungshalbleiter an den Kühlkörper und hat andererseits den Vorteil der weitgehenden thermischen Entkopplung von Leistungselektronik und Steuerelektronik. Die sich stärker erwärmende Leistungselektronik kann somit den Betrieb der Steuerelektronik nicht beeinflussen. Zusätzlich ergibt sich eine sehr kompakte Bauweise für die gesamte Elektronikbaugruppe, die in dem Elektromotor ein

geringes Bauvolumen beansprucht. Die erfindungsgemäße Anordnung ist ferner fibrationsfest, insbesondere da keine eigenen Verbindungen über die Phasenwicklungen und die Steuerleitungen notwendig sind.

Die beiden Leiterplatten werden vorzugsweise nicht über die dem Stand der Technik bekannte Kabelstecker-Technik verbunden, sondern durch Verwendung spezieller Leistungshalbleitergehäuse, bei denen die Anschlußbeine der Leistungshalbleiter nach Bedarf gebogen werden können.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung, ist die erste Leiterplatte oberhalb der Kupferschicht der zweiten Leiterplatte mit Abstand davon und im wesentlichen parallel dazu angeordnet ist. Die Kunststoffschicht der ersten Leiterplatte kann in vorteilhafter Weise zweiseitig mit einer Kupferschicht bedeckt sein, so daß auch auf der Unterseite dieser Leiterplatte Leiterbahnen ausgebildet sein können, was Platz spart und trotz der Anordnung der Leistungs- und Steuerkomponenten auf verschiedenen Leiterplatten ein einfaches Zusammenschalten der Komponenten der gegenüberliegenden Leiterbahnen der beiden Leiterplatten und damit der elektronischen Komponenten ermöglicht.

Das Kühlelement, das vorzugsweise eine dickwandige Aluminiumplatte aufweist, ist nur an die zweite Leiterplatte direkt wärmeleitend angebunden, weil sich die auf der ersten Leiterplatte angeordneten Steuerkomponenten im Betrieb nicht wesentlich erwärmen und deshalb keiner besonderen Kühlung bedürfen.

Die zweite Leiterplatte wird bevorzugt als dreilagiger Aufbau aus einer Kupferschicht, einer thermisch gut leitenden, elektrisch gut isolierenden Keramikschicht und einer Metallschicht ausgeführt, wobei für die Metallschicht ein die Wärme gut leitendes Metall einzusetzen ist, z.B. Aluminium oder eine Aluminiumlegierung.

Ein bevorzugtes Leiterplattenmaterial dieser Art ist in der genannten Firmendruckschrift beschrieben und unter der Bezeichnung „Thermagon IMpcb“ im Handel erhältlich.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung ist im folgenden anhand einer schematischen Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel mit weiteren Einzelheiten näher erläutert.

In den Figuren zeigen:

- Figur 1 ein schematisches Schaltbild einer Ansteuerelektronik eines dreiphasigen Gleichstrommotors;
- Figur 2 ein schematisches Blockdiagramm des grundsätzlichen Aufbaus der erfindungsgemäßen Anordnung;
- Figur 3 eine bevorzugte Ausführungsform einer Gehäuseanordnung gemäß der Erfindung in einer teilweise geschnittenen Darstellung; und
- Figur 4 eine Anordnung mehrerer Leistungstransistoren, wie sie in der Erfindung verwendet werden können.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Schaltbild einer Ansteuerelektronik für einen dreiphasigen Gleichstrommotor. Der Gleichstrommotor umfaßt drei Phasenwicklungen U, 112; V, 114; W, 116, die in Fig. 1 schematisch in Sternschaltung 110 dargestellt sind. Die drei Wicklungen 112, 114, 116 sind zwischen einer positiven Versorgungsschiene 118 und einer negativen Versorgungsschiene 120 angeschlossen. Die positive Versorgungsschiene 118 führt das Potential $+U_{BAT}$, und die negative Versorgungsschiene 120 führt das Potential $-U_{BAT}$. Die Phasenwicklungen 112, 114, 116 werden über sechs Leistungs-Schaltbauteile T1, 122; T2, 124; T3, 126; T4, 128; T5, 130; T6, 132 nach Maßgabe von Steuersignalen mit den Versorgungsschienen 118, 120 verbunden. Die Leistungs-Schaltbauteile 122 bis 132 sind vorzugsweise Leistungstransistoren. Sie weisen Steueranschlüsse auf, die in Fig. 1 mit G1 bis G6 bezeichnet sind. Die Steueranschlüsse entsprechen insbesondere den Gates der Leistungstransistoren. Durch Anlegen geeigneter Steuersignale an die Gates der Leistungstransistoren werden die Phasenwicklungen 112 bis 116 des Gleichstrommotors bestromt, um dessen Betrieb zu steuern. Verfahren zum Steuern eines bürstenlosen elektronisch kommutierten Gleichstrommotors sind beispielsweise beschrieben in DE 100 33 561 A1 und U.S. 6,400,109 B1, auf die Bezug genommen wird.

Fig. 2 zeigt schematisch in Form eines Blockdiagramms den grundsätzlichen Aufbau der erfindungsgemäßen Anordnung. In Fig. 2 bezeichnet das Bezugszeichen 24 einen bürstenlosen, elektronisch Gleichstrommotor, 26 einen Kühlkörper, 28 die Leistungselektronik und 30 die Steuerelektronik. Batteriezuleitungen sind mit 32 bezeichnet. Der in Fig. 2 schematisch dargestellte Aufbau gemäß der Erfindung ist mit weiteren Einzelheiten in Fig. 3 gezeigt.

In Figur 3 bezeichnen die Bezugszahlen 1 ein Motorgehäuse, 2 einen Elektromotor, 3 einen Kühlkörper aus Aluminium und 4 einen Aufnahmeraum für die Leistungs- und Steuerelektronik des Motors 2.

Der Aufnahmeraum 4 ist von einer zylindrischen Wand 5 umschlossen, welche von dem Kühlkörper 3 einstückig nach oben ragt und in einem oberen Ringflansch 6 endet, der mit einem unteren Ringflansch 7 des Motorgehäuses 1 über Schrauben 8 dicht verschraubt ist.

Der Aufnahmeraum 4 hat einen vom Kühlkörper innerhalb der zylindrischen Wand 5 gebildeten Boden 9 und an seiner Unterseite um den Umfang gleichmäßig verteilte Kühlrippen 10, deren Zwischenräume 10a von Umgebungsluft durchströmt sind.

Innerhalb des Aufnahmeraumes ist eine erste Leiterplatte 11 über Abstandhalter 12 am Boden 9 abgestützt. Diese erste Leiterplatte 11 hat herkömmlichen Aufbau mit einer Substratschicht aus einem harten, elektrisch isolierenden, die Wärme schlecht leitenden Kunststoff, zum Beispiel PTFE, und einer ein- oder beidseitigen Kupferbeschichtung zur Ausbildung von Leiterbahnen in üblicher Weise auf der Oberseite und gegebenenfalls auch auf der Unterseite der Substratschicht.

Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann die Leiterplatte 11 anstatt durch die Abstandhalter 12 auch über einen Sockel oder eine andere Haltevorrichtung, die fest mit der zylindrischen Wand 5 des Kühlkörpers 3 verbunden ist, gelagert sein. Die Leiterplatte 11 kann beispielsweise über eine Schraube an einem solchen Sockel befestigt werden. Alternativ könnte die Leiterplatte 11 auch in einer entsprechenden Ausnehmung in der Wand 5 aufgenommen sein. Diese Ausführungsform hat den Vorteil einer besonders vibrationsfesten Lagerung der Leiterplatte 11.

Die Leiterplatte 11 trägt auf Ihrer Oberseite Steuerelektronik-Komponenten 12a, 12b, 12c. Ferner ist eine Kondensator in einer Öffnung der Leiterplatte aufgenommen und elektrisch mit dieser über Anschlußbeine 14 verbunden, die mit der Unterseite der Leiterplatte 11 verlötet sind. Der Kondensator 13 ist über eine metallische Abstützung 15 direkt am metallischen Boden 9 des Kühlkörpers 3 abgestützt, so daß die im Kondensator erzeugte Wärme direkt über die Abstützung 15 an den Kühlkörper 3 abgeleitet wird.

Am Boden 9 ist ferner eine Leiterplatte 16 befestigt, die einen dreilagigen Aufbau mit einer oberen Kupferschicht, einer Isolierschicht aus elektrisch isolierendem, die Wärme gut leitendem

dem Keramikmaterial und einer Trägerschicht aus einem die Wärme gut leitenden Metall, wie Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, hat. Auf die Oberseite dieser Leiterplatte sind mehrere Leistungselektronik-Gehäuse 17 angelötet, die über abgeknickte Anschlußbeine 18 mit der ersten Leiterplatte 11 verlötet sind. In den Leistungselektronik-Gehäusen 17 sind die üblichen Leistungselektronik-Komponenten gekapselt untergebracht.

Von der Oberseite der Leiterplatte 11 sind Anschlußleitungen 19a, 19b zum Motor 2 geführt. Diese umfassen in der Praxis Signalleitungen und Stromleitungen. Ferner ist ein Stecker 20 für Batteriezuleitungen 21 auf der Leiterplatte 11 vorgesehen, die über eine Durchführung 22 durch die Wand 5 aus dem Innenraum 4 herausgeführt sind.

Mit der beschriebenen Anordnung werden die im Betrieb sich erhitzenden Bauteile, nämlich in erster Linie die Leistungselektronik-Gehäuse 17 mit den darin befindlichen Leistungselektronik-Komponenten und auch der Kondensator 13 durch direkte Anbindung an den Kühlkörper 3 so gekühlt, daß eine unzulässige Überhitzung dieser Komponenten vermieden ist.

Durch die Anordnung der Steuerelektronik-Komponenten 12a – 12c auf einer herkömmlichen, billigen Leiterplatte ist teures Leiterplattenmaterial, wie dasjenige der Leiterplatte 16, eingespart. Die Anordnung der Leiterplatten 11, 16 wie gezeigt und beschrieben übereinander im Innenraum 4 ist Platz sparend.

Figur 4 zeigt schematisch die Anordnung der Leistungstransistoren, beispielsweise der Transistoren 122' – 132' aus Fig. 1 auf einer Trägerplatte, beispielsweise der zweiten Leiterplatte 16. Die Leistungstransistoren weisen jeweils ein Leistungselektronik-Gehäuse und Anschlußbeine auf, die direkt mit der ersten Leiterplatte 11 verbunden werden können.

Insgesamt führt die Anordnung gemäß der Erfindung zu einer auch in rauhem Einsatz, zum Beispiel in einem Kraftfahrzeug, des Elektromotors 2 zu einem zuverlässigen Dauerbetrieb in einer kompakten, unempfindlichen Gesamtkonstruktion.

Die in der obigen Beschreibung, der Figur und den Ansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung von Bedeutung sein.

M30209PCT(L)
Minebea Co., Ltd

Bezugszeichenliste

| | | | |
|---------------|-------------------------------|----------|-----------------------------|
| 1 | Motorgehäuse | 110 | Sternschaltung |
| 2 | Elektromotor | 112 | Phasenwicklung U |
| 3 | Kühlkörper | 114 | Phasenwicklung V |
| 4 | Aufnahmeraum | 116 | Phasenwicklung W |
| 5 | zylindrische Wand | 118 | positive Versorgungsschiene |
| 6 | Ringflansch des Kühlkörpers | 12 | negative Versorgungsschiene |
| 7 | Ringflansch des Motorgehäuses | 122/122' | Leistungs-Schaltbauteil T1 |
| 8 | Schrauben | 124/124' | Leistungs-Schaltbauteil T2 |
| 9 | Boden | 126/126' | Leistungs-Schaltbauteil T3 |
| 10 | Kühlrippen | 128/128' | Leistungs-Schaltbauteil T4 |
| 10a | Zwischenräume | 130/130' | Leistungs-Schaltbauteil T5 |
| 11 | erste Leiterplatte | 132/132' | Leistungs-Schaltbauteil T6 |
| 12 | Abstandshalter | G1 | Steueranschluß |
| 12a, 12b, 12c | Steuerelektronik-Komponenten | G6 | Steueranschluß |
| 13 | Kondensator | | |
| 14 | Anschlußbein | | |
| 15 | metallische Abstützung | | |
| 16 | zweite Leiterplatte | | |
| 17 | Leistungselektronik-Gehäuse | | |
| 18 | Anschlußbein | | |
| 19a, 19b | Motor-Anschlußleitungen | | |
| 20 | Stecker für Batteriekabel | | |
| 21 | Batterie-zuleitungen | | |
| 22 | Durchführung | | |
| 24 | Gleichstrommotor | | |
| 26 | Kühlkörper | | |
| 28 | Leistungselektronik | | |
| 30 | Steuerelektronik | | |
| 32 | Batterie-zuleitungen | | |

Patentansprüche

1. Anordnung zur Unterbringung der Leistungs- und Steuerelektronik eines Elektromotors (2), umfassend
 - eine erste Leiterplatte (11), die mit Steuerelektronik-Komponenten (12a-12c) bestückt ist,
 - eine zweite Leiterplatte (16), die mit Leistungselektronik-Komponenten (17) bestückt ist und ein elektrisch isolierendes, jedoch die Wärme gut ableitendes Substrat aufweist;
 - ein mit dem Substrat der zweiten Leiterplatte (16) wärmeleitend in Kontakt stehendes Kühlelement (3).
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Leiterplatte (16) einen dreilagigen Aufbau mit einer Kupferschicht, einer damit in Kontakt stehenden Trägerschicht aus einem elektrisch gut isolierenden, Wärme gut leitenden Material und einer Metallschicht aus einem die Wärme gut leitenden Metall aufweist, welche mit der Trägerschicht wärmeleitend verbunden ist, und daß die Metallschicht an das Kühlelement (3) wärmeleitend angebunden ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerschicht aus einem Keramikmaterial besteht, das hohe Wärmeleitfähigkeit und gute dielektrische Isoliereigenschaften besitzt, und daß die Metallschicht aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlelement einen Kühlkörper aufweist, der großflächig in wärmeleitendem Kontakt mit der Metallschicht steht und aus Metall besteht, vorzugsweise aus Aluminium.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Leiterplatte (11) eine Kupferschicht auf einer Substratschicht aus elektrisch iso-

lierendem Kunststoff aufweist und im Abstand von der zweiten Leiterplatte (16) angeordnet ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Leiterplatte (11) oberhalb der zweiten Leiterplatte (16) im wesentlichen parallel dazu angeordnet ist.
7. Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratschicht der ersten Leiterplatte (11) zweiseitig von Kupferschichten bedeckt ist, und daß die auf der unteren Kupferschicht (11a) ausgebildeten Leiterbahnen mit den Leistungselektronik-Komponenten (17) auf der gegenüberliegenden Oberseite (16a) der zweiten Leiterplatte verschaltet sind.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein an der zweiten Leiterplatte (16) angelötetes Leistungselektronik-Gehäuse (17) davon abgeknickte Anschlußbeine (18) aufweist, die mit der mit den Steuerkomponenten (12a-12c) bestückten ersten Leiterplatte (11) verlötet sind.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Leiterplatte (11) direkt auf dem Kühlkörper (3) mittels Abstandhaltern (12) abgestützt ist.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Leiterplatte (11) an einer Wand (5) des Kühlkörpers (3) unmittelbar abgestützt ist, wobei an der Wand (5) des Kühlkörpers (3) Verankerungsmittel für die Leiterplatte (11) vorgesehen sind.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) einen Aufnahmeraum (4) für die erste (11) und die zweite Leiterplatte (16) einschließlich der darauf befindlichen Komponenten aufweist und über einen umgebenden Flansch (6) mit einem Gegenflansch (7) des Motorgehäuses (1) verbunden ist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) Kühlrippen (10) aufweist, deren Zwischenräume von Umgebungsluft durchströmbar sind.
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
14. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch ein mit dem Kühlelement (3) verbundenes Motorgehäuse (1).

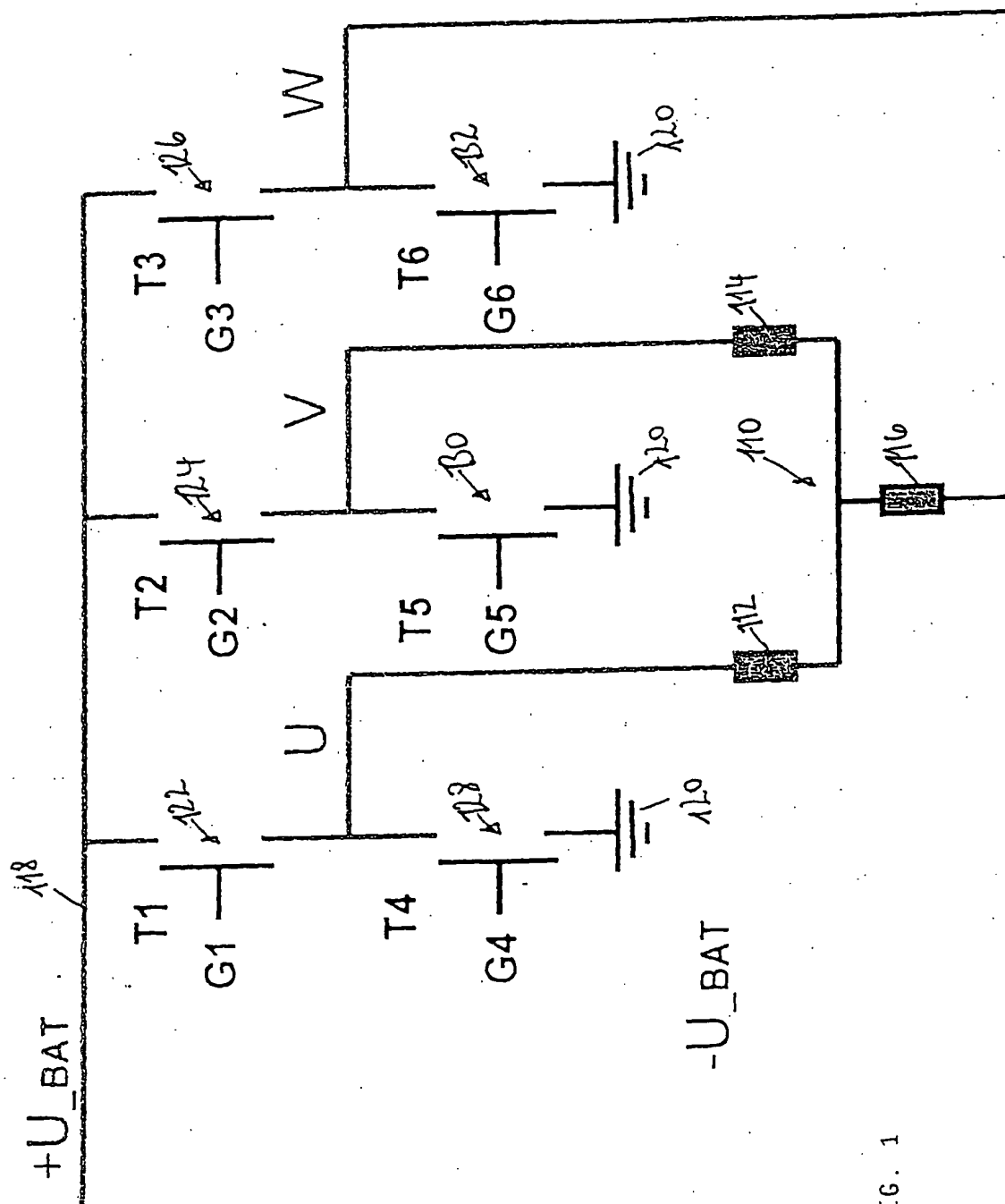


FIG. 1

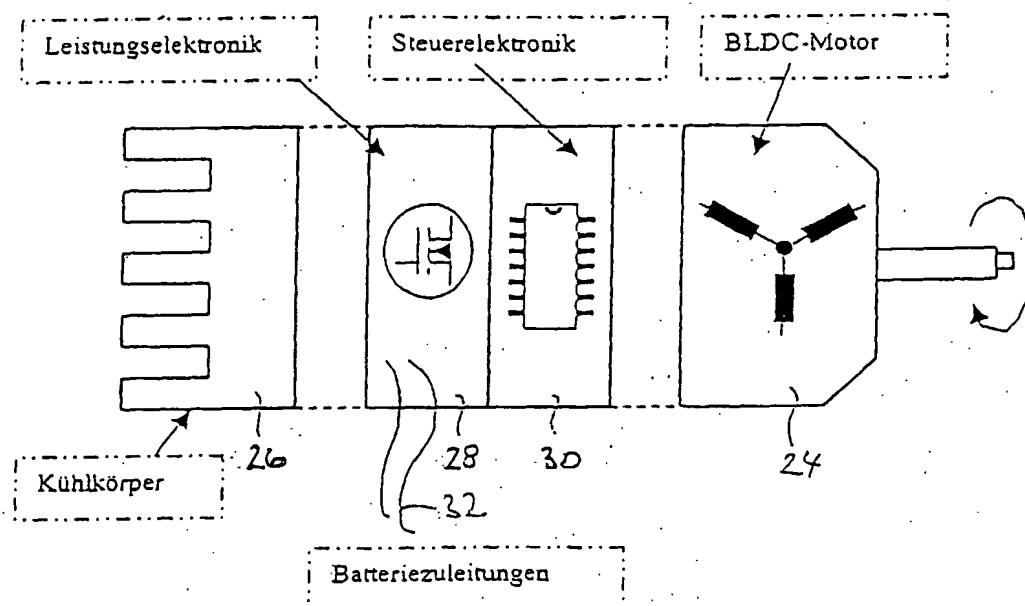


Fig. 2

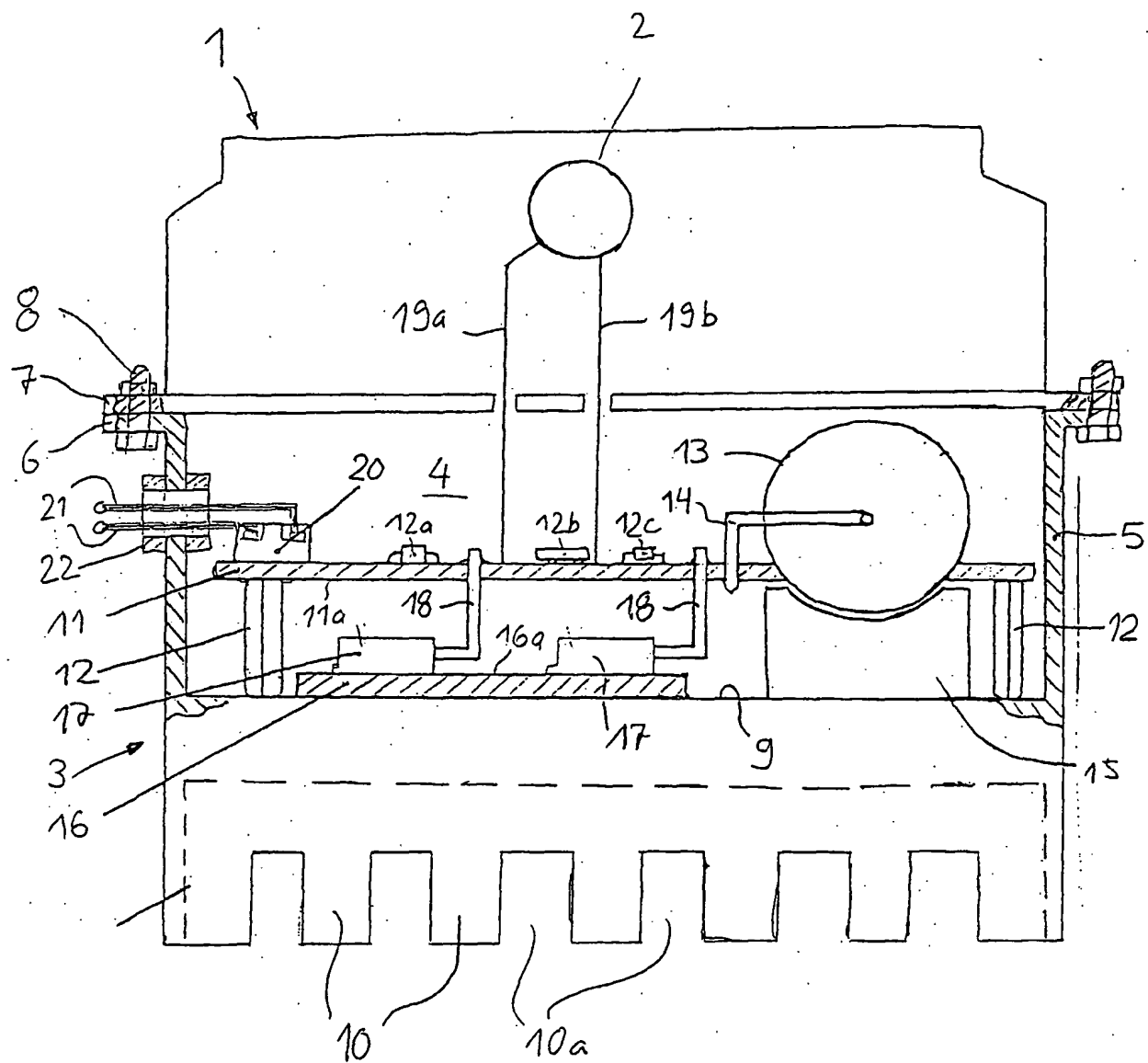


Fig. 3

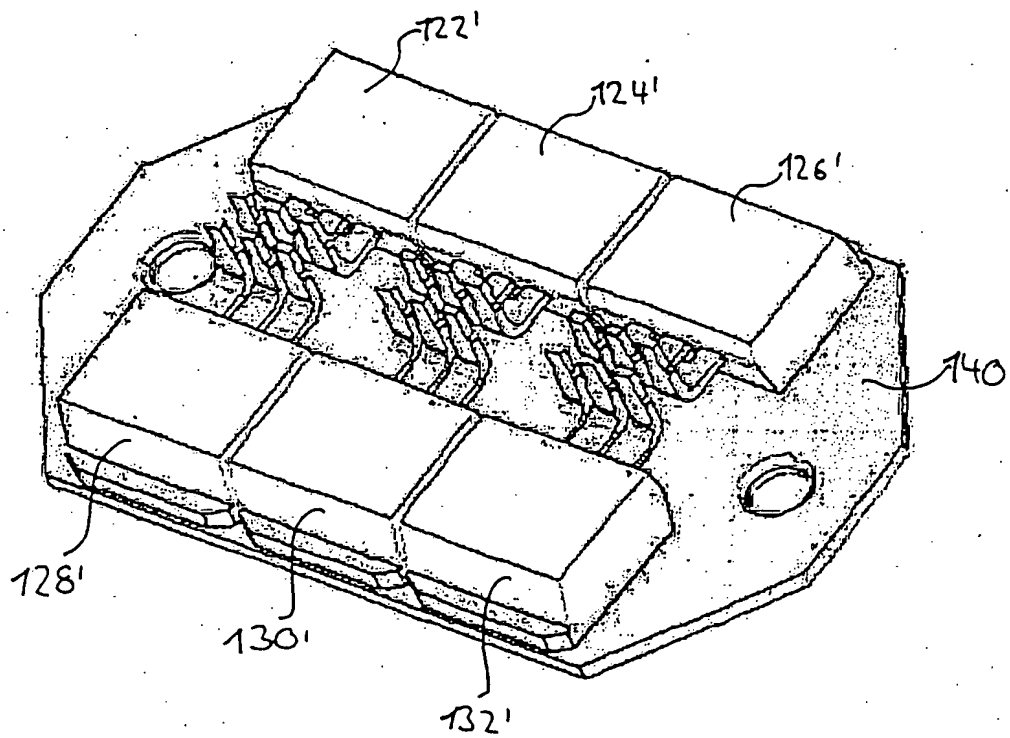


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02K11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | <p>DE 199 49 914 A (DIETZ MOTOREN GMBH & CO KG) 26 October 2000 (2000-10-26)</p> <p>column 1, line 1 - line 47 column 1, line 57 - line 67 column 2, line 29 - line 40 column 2, line 51 - column 3, line 26 column 4, line 4 - line 33 column 5, line 33 - line 61 column 6, line 69 - column 7, line 10 column 7, line 38 - line 68 column 8, line 26 - line 66</p> <p style="text-align: center;">--- -/--</p> | 1,5,6,8, 9,12-14 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 November 2003

Date of mailing of the international search report

03/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Contreras Sampayo, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08896

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | US 5 532 533 A (MIZUTANI TAKAO) 2 July 1996 (1996-07-02) | 1,5,6, 11-14 |
| Y | abstract; figure 6 column 6, line 14 - line 27 column 6, line 42 - line 58 column 8, line 53 - line 59 column 10, line 1 - line 27 ----- | 2 |
| X | DE 196 36 723 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 27 March 1997 (1997-03-27) abstract; figures 1,2,4 column 2, line 51 - column 3, line 21 column 4, line 32 - line 62 ----- | 1,5,6, 11-14 |
| X | US 5 825 107 A (NEUMANN JEFFREY D ET AL) 20 October 1998 (1998-10-20) abstract; figures 2,5 column 5, line 33 - line 35 column 5, line 52 - line 6 ----- | 1,5,6, 13,14 |
| X | US 2001/015583 A1 (BUISSON ALAIN ET AL) 23 August 2001 (2001-08-23) abstract; figure 1 paragraphs '0002!', '0012!', '0015!', '0018!', '0022!', '0029!', '0043!', '0049!', '0088!', '0090! ----- | 1 |
| Y | EP 0 951 131 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 20 October 1999 (1999-10-20) column 4, line 35 - line 56 ----- | 2 |
| A | WO 98 58825 A (UT AUTOMOTIVE DEARBORN INC) 30 December 1998 (1998-12-30) abstract ----- | 5 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08896

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|---|----|---------------------|----------------------------|--------------|---------------------|
| DE 19949914 | A | 26-10-2000 | DE | 19949914 A1 | 26-10-2000 |
| US 5532533 | A | 02-07-1996 | JP | 2862053 B2 | 24-02-1999 |
| | | | JP | 6292346 A | 18-10-1994 |
| | | | DE | 4411152 A1 | 06-10-1994 |
| | | | FR | 2703528 A1 | 07-10-1994 |
| DE 19636723 | A | 27-03-1997 | JP | 9084294 A | 28-03-1997 |
| | | | DE | 19636723 A1 | 27-03-1997 |
| US 5825107 | A | 20-10-1998 | EP | 0884828 A2 | 16-12-1998 |
| US 2001015583 | A1 | 23-08-2001 | FR | 2805121 A1 | 17-08-2001 |
| | | | EP | 1124307 A1 | 16-08-2001 |
| EP 0951131 | A | 20-10-1999 | DE | 19817333 C1 | 02-12-1999 |
| | | | EP | 0951131 A2 | 20-10-1999 |
| | | | JP | 11346454 A | 14-12-1999 |
| | | | US | 6198183 B1 | 06-03-2001 |
| WO 9858825 | A | 30-12-1998 | US | 6111378 A | 29-08-2000 |
| | | | EP | 0988197 A2 | 29-03-2000 |
| | | | JP | 2002511038 T | 09-04-2002 |
| | | | WO | 9858825 A2 | 30-12-1998 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08896

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGESTANDES
IPK 7 H02K11/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|---------------------|
| X | DE 199 49 914 A (DIETZ MOTOREN GMBH & CO KG) 26. Oktober 2000 (2000-10-26) Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 47 Spalte 1, Zeile 57 - Zeile 67 Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 40 Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 3, Zeile 26 Spalte 4, Zeile 4 - Zeile 33 Spalte 5, Zeile 33 - Zeile 61 Spalte 6, Zeile 69 - Spalte 7, Zeile 10 Spalte 7, Zeile 38 - Zeile 68 Spalte 8, Zeile 26 - Zeile 66 --- -/-- | 1,5,6,8, 9,12-14 |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. November 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/12/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Contreras Sampayo, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | US 5 532 533 A (MIZUTANI TAKAO) 2. Juli 1996 (1996-07-02) | 1,5,6, 11-14 |
| Y | Zusammenfassung; Abbildung 6 Spalte 6, Zeile 14 - Zeile 27 Spalte 6, Zeile 42 - Zeile 58 Spalte 8, Zeile 53 - Zeile 59 Spalte 10, Zeile 1 - Zeile 27 --- | 2 |
| X | DE 196 36 723 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 27. März 1997 (1997-03-27) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,4 Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 3, Zeile 21 Spalte 4, Zeile 32 - Zeile 62 --- | 1,5,6, 11-14 |
| X | US 5 825 107 A (NEUMANN JEFFREY D ET AL) 20. Oktober 1998 (1998-10-20) Zusammenfassung; Abbildungen 2,5 Spalte 5, Zeile 33 - Zeile 35 Spalte 5, Zeile 52 - Zeile 6 --- | 1,5,6, 13,14 |
| X | US 2001/015583 A1 (BUISSON ALAIN ET AL) 23. August 2001 (2001-08-23) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze '0002!', '0012!', '0015!', '0018!', '0022!', '0029!', '0043!', '0049!', '0088!', '0090! --- | 1 |
| Y | EP 0 951 131 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 20. Oktober 1999 (1999-10-20) Spalte 4, Zeile 35 - Zeile 56 --- | 2 |
| A | WO 98 58825 A (UT AUTOMOTIVE DEARBORN INC) 30. Dezember 1998 (1998-12-30) Zusammenfassung ----- | 5 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/08896

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | | | Datum der Veröffentlichung | | | Mitglied(er) der Patentfamilie | | | Datum der Veröffentlichung | | |
|---|----|------------|-------------------------------|------------|----|-----------------------------------|--|--|-------------------------------|--|--|
| DE 19949914 | A | 26-10-2000 | DE | 19949914 | A1 | 26-10-2000 | | | | | |
| US 5532533 | A | 02-07-1996 | JP | 2862053 | B2 | 24-02-1999 | | | | | |
| | | | JP | 6292346 | A | 18-10-1994 | | | | | |
| | | | DE | 4411152 | A1 | 06-10-1994 | | | | | |
| | | | FR | 2703528 | A1 | 07-10-1994 | | | | | |
| DE 19636723 | A | 27-03-1997 | JP | 9084294 | A | 28-03-1997 | | | | | |
| | | | DE | 19636723 | A1 | 27-03-1997 | | | | | |
| US 5825107 | A | 20-10-1998 | EP | 0884828 | A2 | 16-12-1998 | | | | | |
| US 2001015583 | A1 | 23-08-2001 | FR | 2805121 | A1 | 17-08-2001 | | | | | |
| | | | EP | 1124307 | A1 | 16-08-2001 | | | | | |
| EP 0951131 | A | 20-10-1999 | DE | 19817333 | C1 | 02-12-1999 | | | | | |
| | | | EP | 0951131 | A2 | 20-10-1999 | | | | | |
| | | | JP | 11346454 | A | 14-12-1999 | | | | | |
| | | | US | 6198183 | B1 | 06-03-2001 | | | | | |
| WO 9858825 | A | 30-12-1998 | US | 6111378 | A | 29-08-2000 | | | | | |
| | | | EP | 0988197 | A2 | 29-03-2000 | | | | | |
| | | | JP | 2002511038 | T | 09-04-2002 | | | | | |
| | | | WO | 9858825 | A2 | 30-12-1998 | | | | | |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.